(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2008-130863
(P2008-130863A)
(43)公開日　平成20年6月5日(2008.6.5)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 21/60	***(2006.01)***	H01L	21/60	301A	5F044
H01L 25/04	***(2006.01)***	H01L	21/60	301D	
H01L 25/18	***(2006.01)***	H01L	25/04	Z	
H01L 23/52	***(2006.01)***	H01L	23/52	D	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 14 頁）

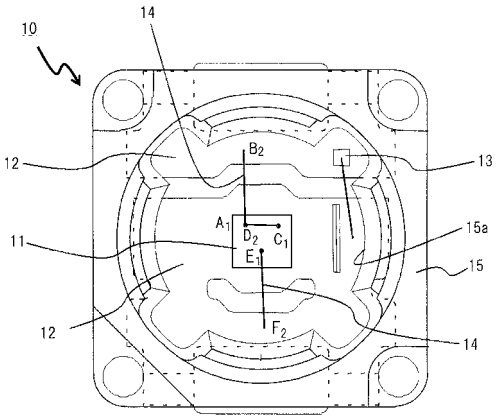
(21)出願番号　特願2006-315090 (P2006-315090)
(22)出願日　平成18年11月22日 (2006.11.22)

(71)出願人　000226057
日亜化学工業株式会社
徳島県阿南市上中町岡４９１番地１００
(74)代理人　100094145
弁理士　小野　由己男
(74)代理人　100117422
弁理士　堀川　かおり
(72)発明者　林　忠雄
徳島県阿南市上中町岡４９１番地１００
日亜化学工業株式会社内
(72)発明者　長江　義晴
徳島県阿南市上中町岡４９１番地１００
日亜化学工業株式会社内

Ｆターム(参考)　5F044 AA10　AA12　AA18　AA20　CC05
CC07　JJ00

(54)【発明の名称】半導体装置及びその製造方法

(57)【要約】
【課題】ワイヤ数及び長を低減し、接合信頼性を実現することを目的とする。
【解決手段】一方の端部が第１ボンディング点にボールボンディングされ、他方の端部が第２ボンディング点にボンディングされてなる第１のワイヤループを有する半導体装置であって、前記第１のワイヤループのボール部の上面は、頂上部分がワイヤの一部を含めて潰された状態であり、前記ボール部の上面と第３のボンディング点とを架橋する第２のワイヤループを有する半導体装置。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
一方の端部が第１ボンディング点にボールボンディングされ、他方の端部が第２ボンディング点にボンディングされてなる第１のワイヤループを有する半導体装置であって、
前記第１のワイヤループのボール部の上面は、頂上部分がワイヤの一部を含めて潰された状態であり、前記ボール部の上面と第３のボンディング点とを架橋する第２のワイヤループを有することを特徴とする半導体装置。
【請求項２】
前記第２のワイヤループは、複数の半導体素子間を架橋している請求項１に記載の半導体装置。
【請求項３】
前記第２のワイヤループは、半導体素子表面に設けられた複数の同極の電極間を架橋している請求項１又は２に記載の半導体装置。
【請求項４】
前記第２のワイヤループは、第１のワイヤループのボール部の上にボール部を有し、該ボール部の頂上部分がワイヤの一部を含めて潰された状態である請求項１～３のいずれか１つに記載の半導体装置。
【請求項５】
前記第１又は第２ワイヤループのボール部の上面は、さらに第４のボンディング点と架橋する第３のワイヤループを有する請求項１～４のいずれかに記載の半導体装置。
【請求項６】
一方の端部が第１ボンディング点にボールボンディングされ他方の端部が第２ボンディング点にボンディングされてなる第１のワイヤループを有する半導体装置での製造方法であって、
（ａ）第１ボンディング点に、ワイヤの溶融により形成されたボールを圧着した後、該ボールから延長するワイヤの別の一部をさらに前記ボール上に圧着し、第２ボンディング点方向に前記ワイヤを引き伸ばして前記第２ボンディング点にボンディングする工程と、
（ｂ）第３ボンディング点と前記第１ボンディング点上とをワイヤボンディングする工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。
【請求項７】
前記工程（ｂ）の後、
（ｃ）第４のボンディング点と前記１ボンディング点上とをワイヤボンディングする工程を有している請求項６に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項８】
前記工程（ｂ）は、前記第１のボンディング点上に、ワイヤの溶融により形成されたボールを圧着した後、該ボールから延長するワイヤの別の一部をさらに前記ボール上に圧着し、前記第３ボンディング点方向に前記ワイヤを引き伸ばして前記第３ボンディング点にボンディングしている請求項６又は７に記載の半導体装置の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体装置及びその製造方法に関し、より詳細には、半導体素子内又は間でワイヤボンディングされた半導体素子を備える半導体装置及びその製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
一般に、半導体ダイオード等の半導体素子（チップ）を用いた半導体装置では、複数のチップを１つのパッケージ内に搭載したものがあり、このような複数のチップ間をワイヤボンディングにて接続する方法が提案されている（例えば、特許文献１）。
この方法によれば、複数のチップ間をワイヤ接続する場合、まず第１のワイヤとして電極パターンの端子上（第１ボンディング点）からチップの上部電極上（第２ボンディング

点）にウェッジボンディングする。次に、そのウェッジボンディング部の上に、第２のワイヤを重ねてボールボンディングする。
これにより、チップの上部電極上に、ボールボンディングで形成されたボールが接続されることとなり、この部分におけるワイヤの薄膜化を防止して、ワイヤボンディングの接合の強化を実現している。
【特許文献１】特開２００２－３５３２６７号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
しかし、半導体素子の電極に直接ウェッジボンディングを行うと、前記電極の膜厚が薄いことに起因して、安定した接合を得ることができないという課題があった。さらに、片面側に正負の電極を有するタイプの半導体素子の場合、一方の電極面の高さが発光素子表面の高さよりも低いため、前記一方の電極面に上記ウェッジボンディングをすると、キャピラリの先端部にて半導体素子の段差表面を傷つけるという不具合が発生した。
本発明はこのような課題を解決するためになされたもので、半導体素子内の同極間、または、複数の半導体素子間等においてワイヤボンディングされた半導体素子を備える半導体装置であって、半導体素子の電極位置にかかわらず、ワイヤ数及び長さを低減するとともに、各接合部位における十分な接合信頼性を実現することができる半導体装置及びその製造方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００４】
本発明の半導体装置は、一方の端部が第１ボンディング点にボールボンディングされ、他方の端部が第２ボンディング点にボンディングされてなる第１のワイヤループを有する半導体装置であって、
前記第１のワイヤループのボール部の上面は、頂上部分がワイヤの一部を含めて潰された状態であり、前記ボール部の上面と第３のボンディング点とを架橋する第２のワイヤループを有することを特徴とする。
【０００５】
この半導体装置は、前記第２のワイヤループは、複数の半導体素子間を架橋しているか、半導体素子表面に設けられた複数の同極の電極間を架橋しているか、第１のワイヤループのボール部の上にボール部を有し、該ボール部の頂上部分がワイヤの一部を含めて潰された状態であることが好ましい。
また、前記第１又は第２ワイヤループのボール部の上面は、さらに第４のボンディング点と架橋する第３のワイヤループを有していてもよい。
【０００６】
さらに、本発明の半導体装置の製造方法は、一方の端部が第１ボンディング点にボールボンディングされ他方の端部が第２ボンディング点にボンディングされてなる第１のワイヤループを有する半導体装置での製造方法であって、
（ａ）第１ボンディング点に、ワイヤの溶融により形成されたボールを圧着した後、該ボールから延長するワイヤの別の一部をさらに前記ボール上に圧着し、第２ボンディング点方向に前記ワイヤを引き伸ばして前記第２ボンディング点にボンディングする工程と、
（ｂ）第３ボンディング点と前記第１ボンディング点上とをワイヤボンディングする工程とを含むことを特徴とする。
また、前記工程（ｂ）の後、
（ｃ）第４のボンディング点と前記１ボンディング点上とをワイヤボンディングする工程を有していることが好ましい。
【０００７】
さらに、前記工程（ｂ）は、前記第１のボンディング点上に、ワイヤの溶融により形成されたボールを圧着した後、該ボールから延長するワイヤの別の一部をさらに前記ボール上に圧着し、前記第３ボンディング点方向に前記ワイヤを引き伸ばして前記第３ボンディ

ング点にボンディングしていることが好ましい。

【発明の効果】

【０００８】

本発明の半導体装置は、半導体素子の同極間、又は複数の半導体素子間等においてワイヤボンディングされた半導体素子を備える半導体装置であって、半導体素子の電極位置にかかわらず、ワイヤ数及び長さを低減することができる。加えて、各接合部位における十分な接合信頼性を確保することができる。その結果、ワイヤの劣化、接触／短絡等に起因する不具合を最小限に止めることができ、高信頼性及び高性能を実現し、寿命の長い半導体装置を得ることができる。

また、本発明の半導体装置の製造方法では、上述した半導体装置を簡便な方法で確実に製造することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００９】

本発明の半導体装置は、少なくとも、半導体素子とワイヤとを含んで構成されており、通常、ワイヤは、半導体素子間又は金属部材と半導体素子との間を接続している。

（半導体素子）

本発明で用いられる半導体素子は、半導体によって構成される素子であれば特に限定されることなく、例えば、各種トランジスタ、スイッチングダイオード、ツェナーダイオード、可変容量ダイオード、半導体発光素子などが挙げられる。なかでも、半導体発光素子の場合、基板上に、ＩｎＮ、ＡｌＮ、ＧａＮ、ＩｎＧａＮ、ＡｌＧａＮ、ＩｎＧａＡｌＮ等の窒化物半導体、III－V族化合物半導体、II－VI族化合物半導体等、種々の半導体によって、半導体層を含む積層構造が形成されたものが挙げられる。

【００１０】

本発明に用いられる半導体素子は、対向する面に正および負の電極がそれぞれ形成されたものであってもよく、同一面側に正および負の電極がともに形成されていてもよい。後者の場合の一対の電極は、同じ高さ（半導体層からほぼ同じ距離）で配置していてもよいし、電極間に高低差があってもよい。高低差を有している場合、直接電極にウェッジボンディングすることは、接合状態が悪く、ダイスへのキャピラリ接触による損傷が発生することから、本発明の効果がより顕著に現れる。また、この場合の正および負の電極は、必ずしも１つずつ形成されていなくてもよく、それぞれ２つ以上形成されていてもよい。つまり、同一面側に合計３つ以上形成されていてもよい。特に、本発明の半導体装置が１つの半導体素子によって構成される場合には、正および負の電極が半導体層の同じ面側にそれぞれ２つ以上形成されている。これにより、上述した本発明の効果をより発揮させることができる。

【００１１】

電極は、その材料、膜厚、構造において、特に限定されないが、例えば、信頼性の点から金により形成されているものが好ましいが、後述するワイヤの種類によって、金、銅、鉛、アルミニウム又はこれらの合金を含む単層構造、積層構造のいずれでもよい。また、各電極の表面には、パッド電極として、Ｎｉ、Ｔｉ、Ａｕ、Ｐｔ、Ｐｄ、W等の金属又は合金の単層膜又は積層膜を形成してもよい。パッド電極の膜厚は特に限定されないが、なかでも、最終層（最も表面側）がＡｕを配置され、その膜厚が１００ｎｍ程度以上であることが好ましい。

【００１２】

半導体素子は、通常、後述する金属部材表面に、接合部材によって固定される。同一面側に正および負の電極を有する半導体素子を用いる場合は、電極が形成されていない側の面を、エポキシ樹脂、シリコーン等の接合部材にて固定することができる。また、半導体素子からの光や熱による劣化を考慮して、半導体素子裏面にＡｌメッキをし、Ａｕ－Ｓｎ共晶などの半田、低融点金属等のろう材、導電性ペーストなどを接合材料として用いてもよい。さらに、対向する面にそれぞれ正および負の電極を有する半導体素子の場合には、一方の面を、銀、金、パラジウムなどを含有した導電性ペースト等によって固定されてい

てもよい。

【００１３】

本発明の半導体装置では、上述したように、半導体素子は、１つの半導体装置において１つのみ搭載されていてもよいし、複数個搭載されていてもよい。半導体素子が複数個搭載されている場合には、それらが並列、直列又はそれらの組み合わせなど、接続形態は特に限定されない。

【００１４】

（金属部材）

金属部材は、半導体素子と電気的に接続するための電極及び半導体素子を搭載する基板としての役割を果たすものであり、実質的に板状であればよく、波形板状、凹凸を有する板状であってもよい。その膜厚は均一であってもよいし、部分的に厚膜又は薄膜であってもよい。材料は特に限定されず、熱伝導率の比較的大きな材料（例えば、２００Ｗ／（ｍ・Ｋ）程度以上）、比較的大きい機械的強度を有するもの、あるいは打ち抜きプレス加工又はエッチング加工等が容易な材料で形成することが好ましい。このような材料で形成することにより、半導体素子で発生する熱を効率的に逃がすことができる。具体的には、銅、アルミニウム、金、銀、タングステン、鉄、ニッケル等の金属又は鉄－ニッケル合金、燐青銅等の合金等が挙げられる。また、金属部材の表面には、搭載される半導体素子からの光を効率よく取り出すために反射メッキが施されていることが好ましい。

【００１５】

金属部材は、通常、１つの半導体装置において２本以上備えられている。また、半導体素子の数＋１本以上であってもよい。

金属部材は、半導体素子を搭載し、半導体素子と接続される領域の他に、外部と接続するリード端子として延長する領域を有していてもよい。リード端子は、本発明の半導体装置の実装タイプ（例えば、サイドビュータイプ、トップビュータイプ等）、使用態様に応じて、適宜屈曲、変形させることができる。

【００１６】

（ワイヤ）

ワイヤは、半導体素子の表面に形成された電極と金属部材との間、半導体素子間、半導体素子内の電極間などを電気的に接続する（ボンディングする）ために用いられる導電部材である。特に、半導体素子間を接続する場合には、半導体素子の同極の電極間を接続していることが好ましい。そのため、ワイヤは、半導体素子の電極とのオーミック性が良好であるか、機械的接続性が良好であるか、電気伝導性及び熱伝導性が良好なものであることが好ましい。熱伝導率としては、０．０１ｃａｌ／Ｓ・ｃｍ^2・℃／ｃｍ程度以上が好ましく、さらに０．５ｃａｌ／Ｓ・ｃｍ^2・℃／ｃｍ程度以上がより好ましい。作業性などを考慮すると、ワイヤの直径は、１０μｍ～４５μｍ程度であることが好ましい。このようなワイヤの材料としては、例えば、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金が挙げられる。なかでも、接合信頼性、接合後の応力緩和等の観点から、金が好ましい。

【００１７】

本発明の半導体装置においては、第１のワイヤループは、第１ボンディング点と、第２ボンディング点とを接続するワイヤループを意味する。また、第２のワイヤループは、第１ボンディング点と、第３ボンディング点とを接続している。なお、第２のワイヤループは、第１のワイヤループのボール部の上面と、他のボンディング点（ボール部の有無にかかわらず）とを接続するものであるが、２つの半導体素子間を接続していればよく、このような第２のワイヤループに対応するものが、１つの半導体装置において複数形成されていてもよい。

【００１８】

本発明においては、２つのポイント間のワイヤボンディング（ワイヤループ）において、始点としてまず接合するポイントを第１ボンディング点、終点として次に接合するポイントを第２ボンディング点と称することがある。この場合、第１ボンディング点では、通

常、金属部材又は半導体素子の電極上に、ワイヤが溶解して形成されたボール又は塊がボンディングされている。このようにボールボンディングされたワイヤの接続部分を、ボール部と称することがある。また、第２ボンディング点においては、ワイヤは、このワイヤの接続時において、このワイヤが溶解して形成されたボールを介することなく接続されている。この第２ボンディング点におけるワイヤの接続部分を、ウェッジボンド部と称することがある。従って、ボンディング点とは、通常、半導体素子の電極表面又は半導体装置を構成する金属部材表面の一部領域を指すが、後述するように、複数のワイヤループが形成された場合には、ボンディングされた領域、例えば、ワイヤ上又はボール部上をも包含する。

【００１９】

なお、本発明の半導体装置では、第２ボンディング点（又はウェッジボンド部）は、金属部材に接触するように金属部材の直上に配置されることが好ましい。また、第２ボンディング点（又はウェッジボンド部）が、半導体素子の電極上に配置される場合には、少なくとも後述するボール部を介して配置されていることが好ましく、半導体素子の電極と接触するように、直接、後述するウェッジボンド部が接続されていないことが好ましい。

【００２０】

通常、半導体素子の電極は、その表面にパッド電極が形成されていたとしても、（１）その膜厚（電極又は電極+パッド電極の膜厚）は相対的に薄く、安定した接合が困難であり、（２）接合性を増強するために超音波を印加するか、超音波印加を強くすると、半導体素子を損傷することになり、（３）第１ボンディング点と第２ボンディング点との高さに大きく差異があると、それに起因して、半導体素子の損傷がより顕著となる。　このようなことから、本発明の半導体装置では、第１の金属部材又は電極、特に電極の膜厚が薄い場合においても、圧着ボールがパッド電極の役割を良好に果たして、安定した接合を行うことができる。また、接合性を増強するために超音波を印加した場合でも、あるいは、第１ボンディング点と第２ボンディング点との高さに大きく差異があったとしても、半導体素子の損傷を回避することができる。

【００２１】

このようなワイヤ接続を実現するために用いられるワイヤボンディング法としては、特に限定されないが、通常、熱圧着ワイヤボンディング、超音波併用熱圧着ワイヤボンディング等を好適に利用することができる。

【００２２】

ワイヤボンディング法においては、まず、（ａ）第１ボンディング点に、ワイヤの溶融により形成されたボールを圧着し、この圧着ボールから延長するワイヤの別の一部をさらに圧着ボール上に圧着し、第２ボンディング点の方向に前記ワイヤを引き伸ばしてこの第２ボンディング点と接続する。

この工程（ａ）を行うために、ワイヤをキャピラリ等の治具にとおし、スパーク等による高温を利用して、その先端を溶融させてワイヤによるボールを生成させる。温度は、特に限定されることなく、用いるワイヤの材料、太さ等によって調整することができる。例えば、３６０℃程度以下の温度が挙げられる。ボールの大きさは特に限定されることなく、通常、ワイヤの２～２０倍程度、さらに２～１０倍程度の直径とすることができる。

【００２３】

続いて、そのボールを金属部材又は電極表面に圧着する。本発明では、上述したように、この圧着点が第１ボンディング点となる。この際の負荷は、例えば、金属部材又は電極表面でのボールの直径の広がりを考慮して、適宜調整することができる。また、この際、超音波を印加しながら圧着してもよい。

次いで、ワイヤを接続の終点となる点（つまり、第２ボンディング点）とは逆方向に引き伸ばすために、キャピラリを逆方向に移動させる。この場合の逆方向は、第２ボンディング点に対して、１５０～２１０°程度の範囲が含まれる。この際の引き伸ばし量、つまりキャピラリの移動長さは、１０～１００μｍ程度とすることが適している。

【００２４】

その後、キャピラリを、任意に上昇させ、ボール直上に移動させ、さらに下降させることにより、ボール上にキャピラリを圧着させて、圧着ボールから延長するワイヤの別の一部を圧着ボール上に圧着させる。その結果、ボール表面及びその近傍に位置するワイヤの表面をほぼ平坦とすることができる。この場合、超音波を印加しながら圧着してもよいが、印加せずに圧着することが好ましい。超音波の印加により、ワイヤが細く潰れることがあり、接合信頼性の低下を招くことがあるからである。また、圧着ボール上にワイヤの別の一部を圧着することにより、ワイヤの上方向への伸び（空間の占有）を低減し、例えば、圧着ボール底面からワイヤー径の１．０～５．０倍程度の高さ、別の観点から、圧着ボールの１倍から３倍程度以内の高さに止めることができる。

【００２５】

続いて、ワイヤを、圧着ボールの直上から、第２ボンディング点へ引き伸ばし、第２ボンディング点に接合する。この場合の接合は、超音波を印加しながら又は印加せずに接合することができる。

工程（ａ）の後、（ｂ）第３ボンディング点と第１ボンディング点とのワイヤボンディングを行なう。さらに、工程（ｂ）の後、（ｃ）第４のボンディング点と前記１ボンディング点上とをワイヤボンディングする工程を有していてもよい。また、工程（ｂ）は、前記第１のボンディング点上に、ワイヤの溶融により形成されたボールを圧着した後、このボールから延長するワイヤの別の一部をさらにこのボール上に圧着し、第３ボンディング点方向にワイヤを引き伸ばして第３ボンディング点にボンディングしていてもよい。この工程は、第１ボンディング点及び第２ボンディング点の位置が異なる以外、工程（ａ）とほぼ同様である。

【００２６】

本発明の半導体装置では、上述したボールの生成から第２ボンディング点への接合までの一連方法を、互いに異なる任意の２ポイント間で２回以上適用されるが、搭載される半導体素子の数、半導体素子の電極の態様、半導体素子の接続態様等に応じて、３回、４回、さらにそれ以上行われたものであることが好ましい。また、別の観点から、１つの半導体素子に対して、第１ボンディング点及び／又は第２ボンディング点が、合計３点以上設定されていることが好ましく、それぞれ２点以上ずつ設定されていることがより好ましい。この場合、第１ボンディング点及び第２ボンディング点の２つ以上が同一のポイントに形成されていてもよい。つまり、（１）第１ボンディング点におけるワイヤ（ボール部）上に、第２ボンディング点におけるワイヤ（ウェッジボンド部）が、直接又は間接に、１つ又は２つ以上接続されていてもよいし、（２）第１ボンディング点におけるワイヤ上に、第１ボンディング点におけるワイヤが１つ又は２つ以上接続されていてもよい。上記（１）の場合、さらに、第１ボンディング点のワイヤ上に接続された第２ボンディング点におけるワイヤ上に、第１及び／又は第２ボンディング点におけるワイヤが１つ又は２つ以上接続されていてもよいし、（２）の場合、任意の第１ボンディング点のワイヤ上に第２ボンディング点におけるワイヤが１つ又は２つ以上接続されていてもよい。

【００２７】

このように、半導体素子の電極表面に、第１ボンディング点のワイヤ、つまり、ボール部を介して、１層以上のワイヤ（つまり、ボール部及び／又はウェッジボンド部）が形成されることにより、最下層のボール部が、金属部材又は電極表面（特に電極表面）に対して、下地として機能するために、ワイヤボンディングの際の接合不良及び半導体素子の損傷等を効果的に防止することができる。

これを実現するために、上述した、工程（ａ）と（ｂ）との間に、第１の金属部材表面又は電極表面に形成された圧着ボールに対して、第１及び／又は第２ボンディング点における１つ又は複数のワイヤを接続してもよい。

【００２８】

本発明の半導体装置には、所定の半導体素子の他、保護素子が搭載されていてもよい。保護素子は、１つでもよいし、２つ以上の複数個でもよい。ここで、保護素子は、特に限定されるものではなく、半導体装置に搭載される公知のもののいずれでもよい。例えば、

過熱、過電圧、過電流、保護回路、静電保護素子等が挙げられる。具体的には、ツェナーダイオード、トランジスタのダイオード等が利用できる。

【００２９】

また、本発明の半導体装置は、半導体素子、金属部材及びワイヤ等が、好ましくは一体的に又は塊状に、樹脂によって成形又は封止されていることが好ましい。このような樹脂は、半導体素子等に対して、絶縁性を確保することができるものであれば、どのような材料によって形成されていてもよい。例えば、ポリフタルアミド（ＰＰＡ）、ポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド（ＰＰＳ）、液晶ポリマー（ＬＣＰ）、ＡＢＳ樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アクリル樹脂、ＰＢＴ樹脂等の樹脂、セラミック、硝子等が挙げられる。特に、半導体装置が発光素子の場合には、透光性の樹脂を用いることが好ましい。これらの材料には、着色剤として、種々の染料又は顔料等を混合して用いてもよい。例えば、Cr_2O_3、MnO_2、Fe_2O_3、カーボンブラック等が挙げられる。なお、透光性とは、半導体素子から出射された光を７０％程度以上、８０％程度以上、９０％程度以上、９５％程度以上透過させる性質を意味する。

【００３０】

成形／封止樹脂の大きさ及び形状は特に限定されるものではなく、例えば、円柱、楕円柱、球、卵形、三角柱、四角柱、多角柱又はこれらに近似する形状等どのような形状でもよく、集光のためのレンズが一体形成されていてもよい。

また、成形／封止樹脂には、拡散剤又は蛍光物質を含有させてもよい。拡散剤は、光を拡散させるものであり、半導体素子（特に、発光素子）からの指向性を緩和させ、視野角を増大させることができる。蛍光物質は、半導体素子からの光を変換させるものであり、半導体素子から封止部材の外部へ出射される光の波長を変換することができる。半導体素子からの光がエネルギーの高い短波長の可視光の場合、有機蛍光物質であるペリレン系誘導体、ＺｎＣｄＳ：Ｃｕ、ＹＡＧ：Ｃｅ、Ｅｕ及び／又はＣｒで賦活された窒素含有$CaO-Al_2O_3-SiO_2$などの無機蛍光物質など、種々好適に用いられる。

【００３１】

さらに、本発明の半導体装置は、半導体装置の一部として又は封止部材表面に付属するように、例えば、半導体素子（特に、発光素子）の光の出射部（例えば、発光素子の上方）に、プラスチック又は硝子からなるレンズ等が備えられていてもよい。また、発光素子からの光の取り出しを効率的に行うために、反射部材、反射防止部材、光拡散部材等、種々の部品が備えられていてもよい。

【００３２】

加えて、本発明の半導体装置は、底面と、半導体素子を取り囲む壁部を有するパッケージの凹部内に半導体素子や封止樹脂が配置される、表面実装型（ＳＭＤ）の半導体装置として形成されていてもよい。パッケージは、半導体素子、封止樹脂等を保護することができるものであれば、どのような材料によって形成されていてもよい。なかでも、セラミック、乳白色の樹脂など、絶縁性および遮光性を有する材料であることが好ましい。また、パッケージは、半導体素子等から生じた熱の影響を受けた場合の封止樹脂等との密着性等を考慮して、これらとの熱膨張係数の差が小さいものを選択することが好ましい。パッケージの底面および壁部は、基板及び金属部材と連続した材料であってもよく、電気的接続または放熱経路を形成するため、金属部材の一部が露出していてもよい。パッケージ内側には半導体素子からの光を反射する反射材料が設けられていてもよく、集光のためにリフレクタ形状に形成されていてもよい。

【００３３】

以下に、本発明の半導体装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

実施例１

図１に示すように、この実施例の半導体装置１０は、半導体素子１１と、板状の金属部材１２と、半導体素子１１と金属部材１２との間及び半導体素子１１間をそれぞれ電気的に接続するワイヤ１４と、これらを一体的に樹脂封止する封止樹脂１５とを備えて構成されている。また、この半導体装置１０には、封止樹脂１５の内部において、金属部材１２

に電気的に接続された保護素子１３がさらに搭載されている。

【００３４】

金属部材１２は、アルミニウム合金からなる板状体であり、半導体素子を搭載する領域と、そこから一方向に延長する領域を備えている。

封止樹脂１５の成形体は、金属部材１２の一部を挟持して一体的に、直方体に近い形状（１０×５×１ｍｍ）で成形されている。成形体は、その中央付近に、略円形（直径３ｍｍ）の半導体窓１５ａを有している。半導体窓１５ａ内では、金属部材１２の一部が露出しており、露出した金属部材１２上に半導体素子１１が搭載されている。なお、半導体窓１５ａ内には、透光性樹脂（図示せず）が埋設されている。

【００３５】

半導体素子１１は、その表面に３つの電極（図示せず）が形成されており、各電極が、金属部材１２又は他の電極と、ワイヤ１４によってそれぞれ電気的に接続されている。

ワイヤ１４は、ワイヤボンディングにより、金属部材表面又は電極表面に接合されている。図２（ａ）に示すように、第１ボンディング部A_1である半導体素子１２の電極１６上において、ワイヤ１４の溶融により形成されたボールが電極１６表面に圧着されており、この圧着ボールから延長するワイヤの別の一部がさらに圧着ボール上に圧着されており（ボール部）、第２ボンディング点B_2である金属部材１２の方向に延長し、金属部材１２の表面に接合されている（ウェッジボンド部）。つまり、第１ボンディング部A_1において、第２ボンディング部B_2と反対側に、ワイヤによるループ形状が形成されており、その圧着ボール表面／頂上部分はワイヤの一部を含めて潰された状態であり、比較的平坦化された形状となっている。

【００３６】

このワイヤの接合は、まず、ワイヤ１４をキャピラリー（図示せず）に通し、スパークによる高温を利用して、その先端を溶融させてワイヤによるボールを生成させる。

続いて、そのボールを電極１６表面に圧着し、接合する。この圧着点が第１ボンディング点A_1となる。

次いで、図２（ａ）の点線矢印に従って、圧着点からキャピラリを上昇させ、ワイヤ１４を繰り出し、第２ボンディング点B_2とは逆方向に引き伸ばすために、キャピラリを逆方向に水平移動させる。

【００３７】

その後、キャピラリを上昇させ、ボール直上に移動させてワイヤ１４を繰り出し、ボール上にキャピラリを圧着することにより、圧着ボールから延長するワイヤの別の一部がさらに圧着ボール上に圧着され、ボール表面及びその近傍に位置するワイヤがほぼ平坦となる。

続いて、図２（ａ）の実線矢印に従って、キャピラリを上昇させて、ワイヤ１４を繰り出し、第２ボンディング点B_2とは逆方向にキャピラリを水平移動させ、再度上昇させてワイヤ１４を繰り出し、圧着ボールの直上を通り、第２ボンディング点B_2へ水平移動及び下降しながらワイヤ１４を引き伸ばし、第２ボンディング点に接合する。

【００３８】

また、この半導体装置では、電極１６の第１ボンディング点A_1の上に、この電極１６と別の電極１７との間でワイヤボンディングされている。このワイヤ接合は、上述した一連の工程を行うことにより、図２（ｂ）に示すように、第１ボンディング点C_1の表面を、上述したボール部と同様に、平坦化した形状とすることができる。また、第２ボンディング点D_2は、半導体素子１１上の電極１６の表面であるが、すでに第１ボンディング点A_1（ボール部）として、圧着ボールが形成されており、その圧着ボールが平坦な形状であるために、パッド電極のような電極１６保護の役割を果たし、第２ボンディング点のワイヤ接合を可能とする。

【００３９】

このように、この半導体装置１０では、図１に示すように、半導体素子１１のッワイヤボンディングに対して、A_1－B_2、C_1－D_2及びE_1－F_2の３回のボンディングが行われ

、半導体素子１１表面に対して４つのボンディング点を有している。また、そのうちの１つは、第１ボンディング点の上に第２ボンディング点が設定されて、両者が接触するようにワイヤボンディングされたものであり、半導体素子１１の電極に対して直接ウェッジボンド部を配置／形成しない構造を有している。

【００４０】

これにより、全ての接合部位において良好な接合状態を確保することができ、キャピラリの移動を変更するのみの簡単な変更により、特別な工程を追加することなく、簡便にワイヤボンディングを行うことができる。

さらに、ワイヤボンド部の上方には、余分なワイヤが存在することなく、ワイヤ自体の長さを短くすることができるとともに、ワイヤボンド部に重ねてワイヤボンディングを行っても、ボンディング部分の高さに起因する不都合を解消することができる。

しかも、ワイヤボンド部に重ねてワイヤボンディングを行うことができるために、ワイヤボンドによる複数の接合を整理して、接合数を低減することができる。

【００４１】

よって、ワイヤ同士の接触、ワイヤ自体の劣化等を最小限に止めることができ、信頼性を確保して、高寿命の半導体装置を得ることができる。

また、生産性を向上させることができる。

さらに、ワイヤの数及び長さの低減に起因して、ワイヤ周辺における絶縁性確保のための領域及び空間を縮小することができるために、半導体装置のより小型化を実現することができる。

【００４２】

なお、比較のために、従来のワイヤボンディング法、つまり、圧着ボールにさらにワイヤの別の一部を圧着させて平坦化しない方法を用いてワイヤボンディングを行った。この場合、第１ボンディング点上に第２ボンディング点を配置することができないため、図３（ａ）に示すように、第２ボンディング点上に第１ボンディング点を配置して、順次ワイヤボンディングを行った。

この結果、第２ボンディング点を半導体素子の電極表面に直接配置したため、電極の薄さに起因して安定した接合を行うことができず、さらに、電極周辺の半導体素子に損傷が見られた。

【００４３】

また、図３（ｂ）に示すように、半導体素子の電極表面に予め所定膜厚のバンプ電極を形成し、バンプ電極上を第２ボンディング点として、ワイヤボンディングを行った。

この結果、１回目のワイヤボンディングでは良好な接合を行うことができたが、２回目以降においては、バンプ電極上に、第１ボンディング点のワイヤボールが圧着されるため、その合計高さが増大し、接合状態にもばらつきが見られ、良好な接合を確保することができなかった。

また、ボール上は平坦化されていないため、第１ボンディング点の上にさらに第１及び第２ボンディング点を接続させることができなかった。

【００４４】

実施例２

この実施例の半導体装置２０は、図４に示すように、表面に電極が４つ形成された半導体素子２１が２つ搭載されており、第１ボンディング点及び第２ボンディング点が、実施例１のA_1～D_2に準じてA_1～H_2・・・と設定されている以外、実質的に実施例１と同様の構造を有している。なお、同じ構成についてはその説明を省略している（以下の実施例でも同様）。

【００４５】

この半導体装置２０では、実施例１と同様に、図２（ｂ）に示したように、第１ボンディング点のワイヤのさらに一部が圧着された圧着ボール（ボール部）上に、第２ボンディング点を配置し、ワイヤが接続されている。

これにより、実施例１と同様の効果を得ることができる。

また、２つの半導体素子における４つのｎ電極又は４つのｐ電極のそれぞれに対して金属部材との配線を行わずにすみ、ｎ電極を一連に連結することができるため、ワイヤの長さを大幅に短縮することができる。さらに、半導体素子の上方において、余分なワイヤによる空間の占有がないため、ワイヤ同士の接触を防止することができるとともに、より小型化を図ることができる。

【００４６】

実施例３

この実施例の半導体装置３０は、図５に示すように、表面に電極が２つ形成された半導体素子３１が６つ搭載されており、第１ボンディング点及び第２ボンディング点が、実施例１のA_1～D_2に準じてA_1～D_2・・・と設定されている以外、実質的に実施例１と同様の構造を有している。

この半導体装置３０では、実施例１と同様に、図２（ｂ）に示したようなワイヤ接続が行われている。

これにより、実施例１及び実施例２と同様の効果が得られる。

【００４７】

実施例４

この実施例の半導体装置４０は、図６に示すように、表面に電極が２つ形成された半導体素子４１が６つ搭載されており、第１ボンディング点及び第２ボンディング点が、実施例１のA_1～D_2に準じてA_1～F_2・・・と設定されている以外、実質的に実施例１と同様の構造を有している。

この半導体装置４０では、実施例１と同様に、図２（ｂ）に示したようなワイヤ接続が行われている。

これにより、実施例１及び実施例２と同様の効果が得られる。

【００４８】

実施例５

この実施例の半導体装置５０は、図７に示すように、表面に電極が２つ形成された半導体素子５１が３つ搭載されており、第１ボンディング点及び第２ボンディング点が、実施例１のA_1～D_2に準じてA_1～F_2・・・と設定されている以外、実質的に実施例１と同様の構造を有している。

【００４９】

この半導体装置５０では、実施例１と同様に、図２（ｂ）に示したように、第１ボンディング点のワイヤのさらに一部が圧着された圧着ボール（ボール部）上に、第２ボンディング点を配置し、ワイヤ接続されているとともに、図示しないが、このボール部上の第２ボンディング点のワイヤ（ウェッジボンド部）上に、さらに、第２ボンディング点のワイヤ（ウェッジボンド部）が接続されている（図７中、点A_1、D_2、F_2参照）。

これにより、実施例１及び実施例２と同様の効果が得られる。

【００５０】

なお、比較のために、図８に示したように、半導体素子の電極８１の第２ボンディング点となる領域上に予めパッド電極８２を形成し、その上に、第２ボンディング点のワイヤ８３を３つ接続した（A_1－B_2、C_1－D_2及びE_1－F_2、この順に）。その結果、２つの第２ボンディング点のワイヤを接続した場合（D_2）には、未だ比較的良好な接続が得られていたが、３つ目の第２ボンディング点のワイヤの接続の際（F_2）には、パッド電極上方のワイヤの盛りあがりにより、生産性が著しく悪くなり、安定な接合を得ることができなかった。

【００５１】

実施例６

この実施例の半導体装置は、図９（ａ）に示すように、半導体素子１１の電極１６ａと金属部材１２ａとの間、つまり、第１ボンディング点A_1と第２ボンディング点B_2との間でワイヤボンディングが行われており、さらに、図９（ｂ）に示すように、同じ半導体素子１１の同じ電極１６ａと別の金属部材１２ｂとの間、つまり、第１ボンディング点C_1

と第２ボンディング点D_2との間で別のワイヤボンディングが行われている。従って、第１ボンディング点A_1及びC_1では、圧着ボールが２層積層されている。そして、さらに、別の電極１６ｂ（第１ボンディング点E_1）と、電極１６ａ（第２ボンディング点F_2）との間で、さらに別のワイヤボンディングが行われることにより、その２層構造の圧着ボールの表面に、第２ボンディングによるワイヤが接続されている。

このような構成においても、実施例１及び実施例２と同様の効果が得られる。

【産業上の利用可能性】

【００５２】

本発明の半導体装置は、半導体素子を搭載することにより、ファクシミリ、コピー機、ハンドスキャナ等における画像読取装置に利用される照明装置のみならず、照明用光源、ＬＥＤディスプレイ、携帯電話機等のバックライト光源、信号機、照明式スイッチ、車載用ストップランプ、各種センサおよび各種インジケータ等の種々の照明装置に利用することができる。

また、半導体装置のみならず、ＩＣ、メモリ等の種々の半導体装置のワイヤボンディングにおいても広く利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００５３】

【図１】本発明の半導体装置を説明するための要部の概略平面図である。

【図２】本発明の半導体装置のワイヤ接合を説明するための概略断面工程図である。

【図３】比較のためのワイヤ接合を説明する概略断面工程図である。

【図４】本発明の半導体装置の別の実施例を説明するための要部の概略平面図である。

【図５】本発明の半導体装置のさらに別の実施例を説明するための要部の概略平面図である。

【図６】本発明の半導体装置のさらに別の実施例を説明するための要部の概略平面図である。

【図７】本発明の半導体装置のさらに別の実施例を説明するための要部の概略平面図である。

【図８】比較のための別のワイヤ接合を説明する概略断面工程図である。

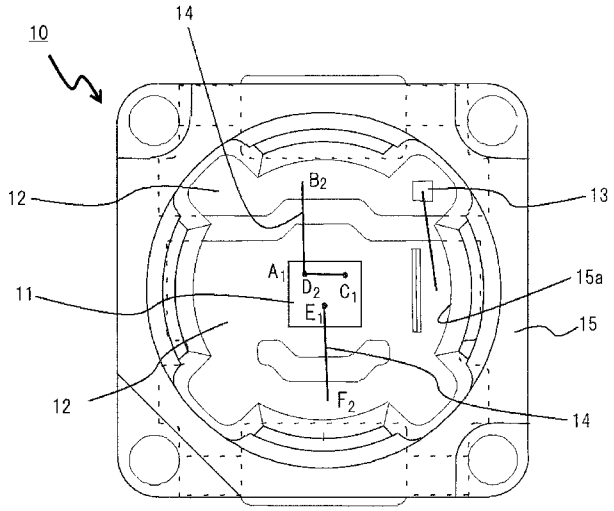
【図９】本発明の半導体装置のさらに別の実施例を説明するための要部の概略平面図である。

【符号の説明】

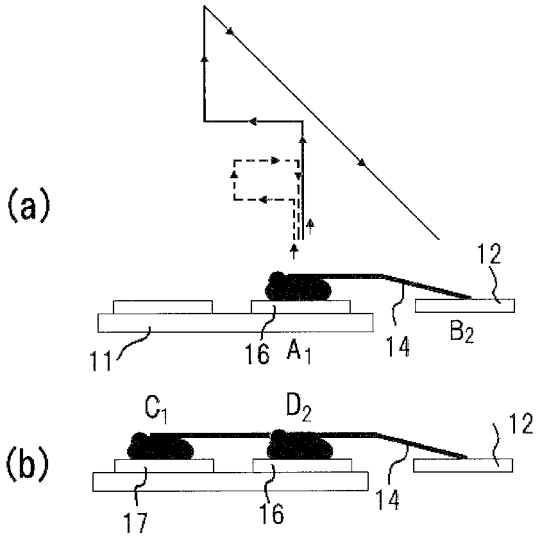
【００５４】

１０、２０、３０、４０、５０　半導体装置
１１、２１、３１、４１、５１　半導体素子
１２　金属部材
１３　保護素子
１４、８３　ワイヤ
１５　封止樹脂
１５ａ　半導体窓
１６、１６ａ、１６ｂ、１７、８１　電極
１５ａ、１５ｂ、１５ｃ　半導体素子
８２　バンプ電極
A_1、C_1、E_1、G_1　第１ボンディング点
B_2、D_2、F_2、H_2　第２ボンディング点

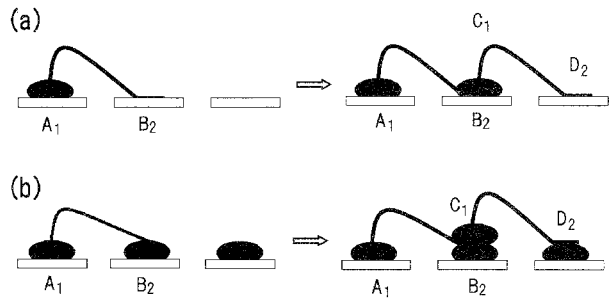
【図１】


10
14
12
13
B2
A1
D2
C1
E1
11
15a
15
12
F2
14

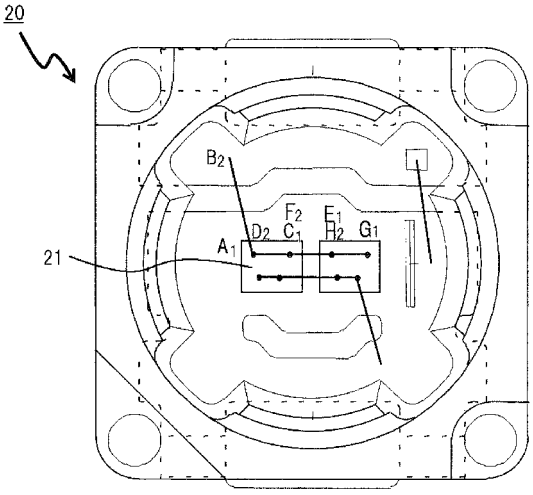
【図２】


(a)
12
11
16
A1
14
B2
(b)
C1
D2
12
17
16
14

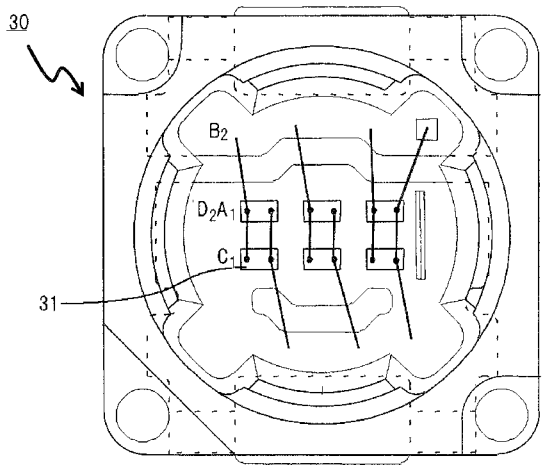
【図３】


(a)
A1
B2
C1
D2
A1
B2
(b)
A1
B2
C1
D2
A1
B2

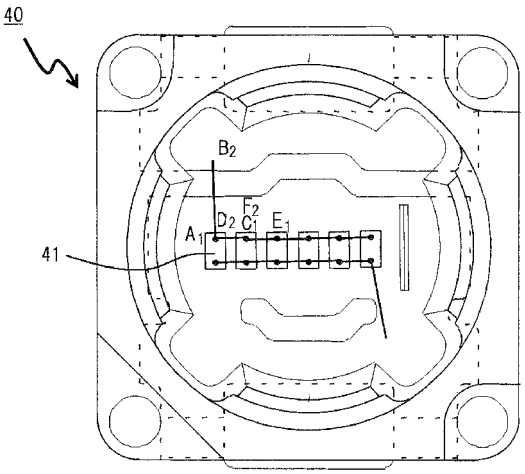
【図４】


20
B2
F2
E1
D2
C1
H2
G1
A1
21

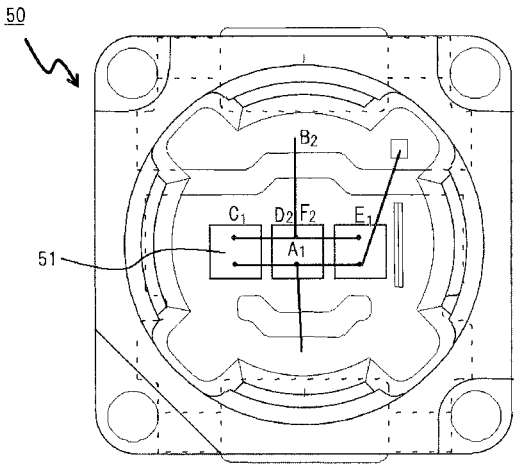
【図５】


30
B2
D2A1
C1
31

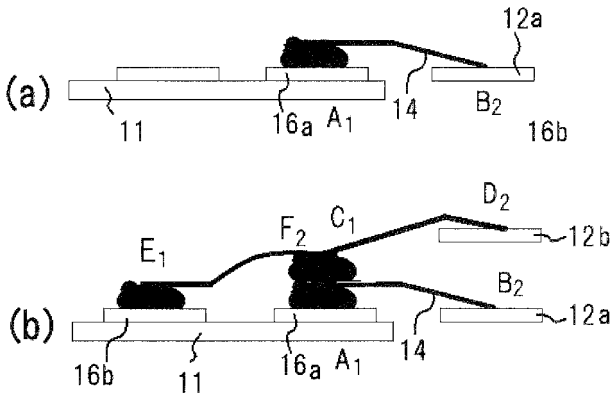
【図６】


40
B2
D2
F2
C1
E1
A1
41

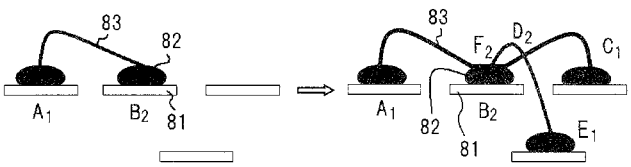
【図７】


50
B2
C1
D2
F2
E1
A1
51

【図９】


(a)
12a
11
16a
A1
14
B2
16b
(b)
D2
F2
C1
E1
12b
B2
12a
16b
11
16a
A1
14

【図８】


83
82
A1
B2
81
83
F2
D2
C1
A1
82
B2
81
E1